

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06242297  
PUBLICATION DATE : 02-09-94

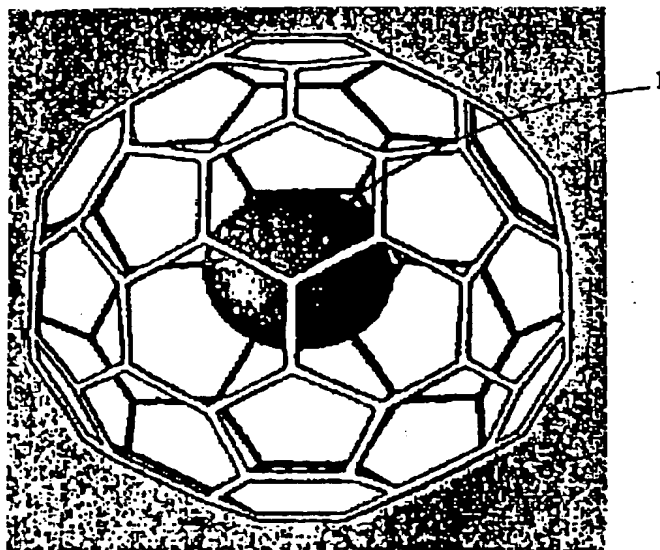
APPLICATION DATE : 15-02-93  
APPLICATION NUMBER : 05025561

APPLICANT : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>;

INVENTOR : ISHII YOSHIICHI;

INT.CL. : G21K 1/06

TITLE : SPECIAL ELEMENT



**ABSTRACT :** PURPOSE: To obtain high-wave length resolution and high diffraction efficiency in an X-ray and a soft X-ray wave length areas by composing a spectral element by means of a metal intensive fluorine crystal.

**CONSTITUTION:** A metal-enclosing fullerene crystal includes metal such as La, Y and Sc in a spherical net and a cylindrical net composed of combination of more than tens of carbon atoms and are regularly three-dimensionally arranged in a molecular unit. Therefore, if cyclic structure which alternately arranges a heavy element layer and a lightweight layer such as a multilayer film in the metal-enclosing fullerene crystal at long intervals is taken, its wave length is a few  $\mu$  or more, its reflection rate is high and it is a high spectral element of wave length resolution. For instance, after  $\text{La}_2\text{O}_3$  and graphite powder are carbonized at  $100^\circ\text{C}$ , heat treatment is performed at  $1200^\circ\text{C}$ , a YAG laser is irradiated in an argon gas atmosphere, metal fluorine is produced, if crystalline C82 fullerene including La atoms 1 is made on a single-crystal fullerene board, diffraction efficiency is 22%, wave length resolution indicates 1100 and the spectral element of the high sensitivity wave length resolution can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

INVENTOR: Ralph KURT  
MATTER NO.: 306353  
CLIENT REF.: P-0373.010-US  
FILED: October 24, 2003  
TITLE: LITHOGRAPHIC APPARATUS, OPTICAL ...

PILLSBURY WINTHROP LLP  
MCLEAN, VIRGINIA

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-242297

(43) 公開日 平成6年(1994)9月2日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 2 1 K 1/06

識別記号

庁内整理番号

C 8607-2G

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平5-25561

(22) 出願日 平成5年(1993)2月15日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 竹中 久貴

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 前田 文彦

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 富田 雅人

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 福森 久夫

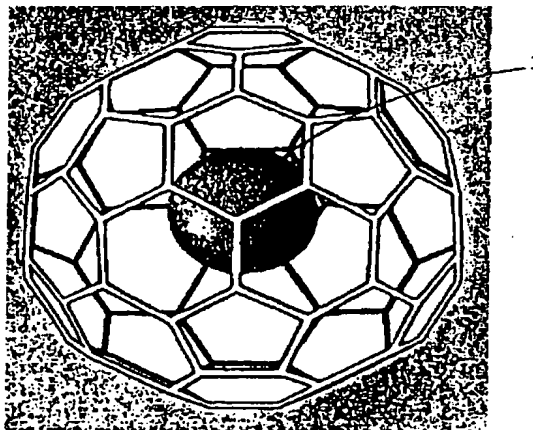
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分光素子

(57) 【要約】

【目的】 高い分解能と回折効率を同時に実現した、X線・軟X線利用の分光分析などの応用に好適に用いられる分光素子を提供することを目的とする。

【構成】 金属内包フラーレン結晶により構成されたことを特徴とする。金属内包フラーレン結晶を使用することにより、格子定数を大きくし、かつ、回折効率を高くできる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属内包フラーレン結晶により構成されたことを特徴とする分光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体材料など各種の材料の化学状態、化学組成、不純物濃度、なかでも軽元素を、高感度で分析する装置に必要な軟X線を選択する分光素子やLSI用などの微細加工、生体観察やプラズマ観察用などのX線顕微鏡、太陽のコロナ観測用などのX線望遠鏡などに必要なX線分光素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 軟X線を分光する素子には回折格子、多層膜、単分子膜結晶がある。しかしながら、それぞれの分光素子には次のような欠点がある。

【0003】 (1) 回折格子では通常の光電子分光などの分析に使用する場合には波長分解能 $\lambda/\Delta\lambda$ が1000程度にもなり極めて高いが、10～30Åの軟X線波長においては回折効率と呼ばれる分光前の光強度に対する分光後の所望の波長の光強度の比が約1%と低く高感度が要求される分光分析実験には不向きである。

【0004】 (2) 多層膜では回折効率は数10%程度と高い値を示すが、分光された光の波長分解能が40～60程度と低い値を示すため、高感度でなく高分解能の分析が必要な実験には適しないという問題がある。

【0005】 (3) 単分子膜結晶はLB法で作製するため結晶性の良い結晶の作製が困難である。そのため回折効率が回折格子よりも低く、波長分解能も回折格子より低い。また、熱に極めて弱いという問題点がある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は前述の問題点を解決するために提案されたもので、高い分解能と回折効率を同時に実現した、X線・軟X線利用の分光分析などの応用に好適に用いられる分光素子を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため本発明の分光素子は、金属内包フラーレン結晶により構成されたことを特徴とする。金属内包フラーレン結晶を使用することにより、格子定数を大きくし、かつ、回折効率を高くできる。

## 【0008】

【作用】 多層膜は一般には10Å～数10Å程度の重元素層と軽元素層をそれぞれ一定の層厚で交互に積層させたものである。この重元素層と軽元素層の厚みによって数10Åの波長を分光させることが可能になっている。実際には各層の層厚によって数10層から200層程度のものが作製されている。この層数が多くなればなるほど波長分解能が向上し、層数が少ないと波長分解能が低

下する。また、多層膜を作製する場合、一般的には軽元素層と重元素層の界面で拡散が僅かに起こり界面の密度の分離の急峻さが低減し、これも波長分解能を低下させる要因となる。

【0009】 結晶は周期構造を極めて多数繰り返す構造をしていること、原子レベルにおける乱れも極めて少ないため分解能が高い。もし、このような結晶で多層膜のような重元素層と軽元素層が交互に長い間隔で配置された周期構造をとれば、従来の結晶に比べて波長が数Å以上で反射率が高く、かつ、波長分解能の高い分光素子となる。

【0010】 これまでの結晶では重元素と軽元素が交互に積層する形態のものはまれであり、しかも、任意の波長領域で高い反射率を示す材料の組み合わせをとることができなかった。

【0011】 最近フラーレンあるいは金属内包フラーレンとよばれる分子や結晶が作製されるようになった。図1に金属内包フラーレン分子の例を示す。金属内包フラーレン結晶は数10あるいはそれ以上のC原子の結合からなる球形ネットや円筒形ネットの中にLa、Y、Scなど様々な金属が内包された分子単位で規則正しく3次元に配列したものである。このため、内包金属が通常の結晶の格子定数よりもはるかに長い間隔で、多層膜のように原子の拡散が無い状態で、規則正しく配列することが可能になる。当然、金属内包フラーレン結晶で多層膜のような重元素層と軽元素層が交互に長い間隔で配置された周期構造をとれば、従来の結晶や回折格子、単分子膜結晶に比べて波長が数Å以上で反射率が高く、かつ、多層膜や単分子膜結晶よりも波長分解能の高い分光素子となる。そのため、このような金属内包フラーレン結晶からなる分光素子を例えばX線・軟X線などを利用した各種分析に適用した場合、分光素子の波長分解能、及び、反射率が向上し感度や精度が向上するなどの効果を有することになる。

## 【0012】

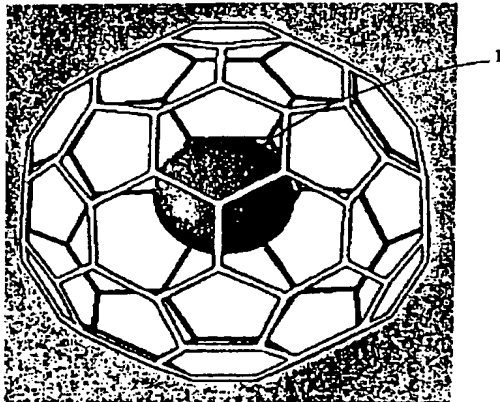
【実施例】 次に本発明の代表的な実施例について説明する。

【0013】 試料としてLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とグラファイト粉末をかためたものを用い、これを1000度で炭素化した後、1200度で熱処理し、アルゴン雰囲気中でYAGレーザーを照射して金属内包フラーレンを作製した。クロマトグラフでLa内包C82フラーレンを分離した後、フラーレン単結晶基板上に蒸着させて2μm厚みのLaを内包したC82フラーレン結晶を作製し、分光素子とした。ただし、現段階では結晶からの回折X線の半値幅はC60の単結晶にくらべて約2.7倍あり、結晶の完全性はC60の単結晶よりも悪い。図2にLaを内包したC82フラーレン結晶、回折格子、多層膜により回折された波長10Åの強度分布を示す。縦軸は入射光強度で規格化したので回折効率と同義である。この図が

ら明かなように、本発明の分光素子の回折効率 $\geq 22\%$ 程度である。この値は回折効率において回折格子や単分子膜結晶をうわまわり、多層膜の回折効率と同等である。また、回折光のロッギングカーブから推測すると波長分解能は $1100$ 程度と見積もられる。この値は多層膜の分解能に比べ高い。

【0014】なお、上記実施例ではLaを内包したC<sub>82</sub>フラーレン結晶のみを示したが、内包金属はどのような物質であっても、また、内包金属の数が複数個であっても、Cの結合数が実施例以外の数のフラーレンであっても同様の効果を示すことができる。また、実施例以外の製造法であっても、基板を使用しなくても内包金属フラーレン結晶が得られれば上記目的は達成されることはいうまでもない。

【図1】



【0015】

【発明の効果】以上述べたように本発明の分光素子により、従来両立しえなかった軟X線領域における高効率、高分解能を実現することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

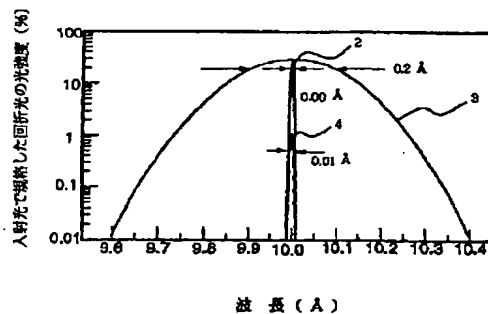
【図1】金属内包フラーレン分子を表す図。編目の交点にはC原子が存在する。

【図2】本発明による分光素子と回折格子、多層膜による回折光の強度分布。

10 【符号の説明】

- 1 La原子、
- 2 本発明の分光素子による強度分布、
- 3 多層膜による強度分布、
- 4 回折格子による強度分布。

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 川村 朋晃  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号日本  
電信電話株式会社内  
(72)発明者 林 孝好  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 尾嶋 正治  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号日本  
電信電話株式会社内  
(72)発明者 石井 芳一  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号日本  
電信電話株式会社内

**INVENTOR:** Ralph KURT  
**MATTER NO.:** 306353  
**CLIENT REF.:** P-0373.010-US  
**FILED:** October 24, 2003  
**TITLE:** LITHOGRAPHIC APPARATUS, OPTICAL ...

**PILLSBURY WINTHROP LLP**  
**MCLEAN, VIRGINIA**